

УДК 004.896.021

**ПРО ОДИН АЛГОРИТМІЧНИЙ МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ ПЛІС**

*М. П. Матвієнко, канд. техн. наук;
О. Г. Шинкаренко, ст. викладач,
Конотопський інститут Сумського державного університету,
пр. Миру, 26, м. Конотоп, 41600, Україна
E-mail: ruslan_ludmilka@mail.ru*

У статті приведений алгоритмічний метод проектування систем управління з застосуванням програмуємих логічних інтегральних схем (ПЛІС), оснований на використанні теорії автоматів та математичної логіки. Застосування даного методу показано на прикладі управління вантажним ліфтом трьохповерхової будівлі, для якої приведена схема управління з використанням запропонованого методу і ПЛІС.

***Ключові слова:** алгоритм, метод, система управління, математична модель, канонічні рівняння, програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС), програмування.*

ВСТУП

Для проектування систем управління використовують різні методи, наприклад, з використанням граф – схем, логічних схем алгоритмів і т. ін., які приведені в [1]. Однак у цих методах не закладені можливості оптимального і автоматичного отримання канонічних рівнянь роботи систем управління, що проектується, і це є їх суттєвим недоліком. Запропонований метод використовує теорію скінченних автоматів і комп'ютерну логіку [2, 3], що дозволяє отримати указані можливості при проектуванні систем управління.

Мета статті - показати і продемонструвати новий метод проектування систем управління з використанням автоматів Мура, комп'ютерної і програмуємої логіки на прикладі управління вантажним ліфтом трьохповерхової будівлі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Використовуючи [2], алгоритм для побудови будь - якої системи управління має наступні кроки:

1. Побудувати абстрактний автомат системи, використовуючи алгоритм її роботи.
2. Перетворити абстрактний автомат роботи системи, отриманий на кроці 1 алгоритму в структурний автомат Мура.
3. Використовуючи структурний автомат системи, отриманий на кроці 2 алгоритму, побудувати таблиці переходів і виходів системи.
4. Знайти канонічні рівняння роботи системи, що проектується, використовуючи таблиці переходів і виходів системи.
5. Виконати мінімізацію канонічних рівнянь роботи системи, отриманих на кроці 4 алгоритму.

6. Згідно отриманих на кроці 5 алгоритму канонічним рівнянням роботи системи, виконати вибір необхідної ПЛІС і запрограмувати її.

7. По вибраній і запрограмованій ПЛІС, а також по отриманих на кроці 4 алгоритму канонічним рівнянням роботи системи побудувати необхідну схему роботи системи управління.

K_n^1, K_n^2, K_n^3 – сигнали від кнопок для виклику ліфта на перший, другий та третій поверхи відповідно;

$D_\partial^0, D_\partial^3$ – сигнали від датчиків на відкриття та закриття дверей ліфта відповідно;

$D_{cm}^1, D_{cm}^2, D_{cm}^3$ – сигнали від датчиків стопоріння при приході ліфта на перший, другий і третій поверх відповідно;

$Z_\partial^0, Z_\partial^3$ – сигнали на відкриття й закриття дверей ліфта відповідно;

$Z_{np}^1, Z_{np}^2, Z_{np}^3$ – сигнали на управління двигуном ліфта при його русі до першого, другого й третього поверху відповідно. Стани 1, 3, 7 абстрактної математичної моделі управління ліфтом визначають поверхи, до яких рухається ліфт, а стани 2, 4, 5, 6, 8, 9 визначають закриття дверей ліфта і його рух до відповідного поверху.

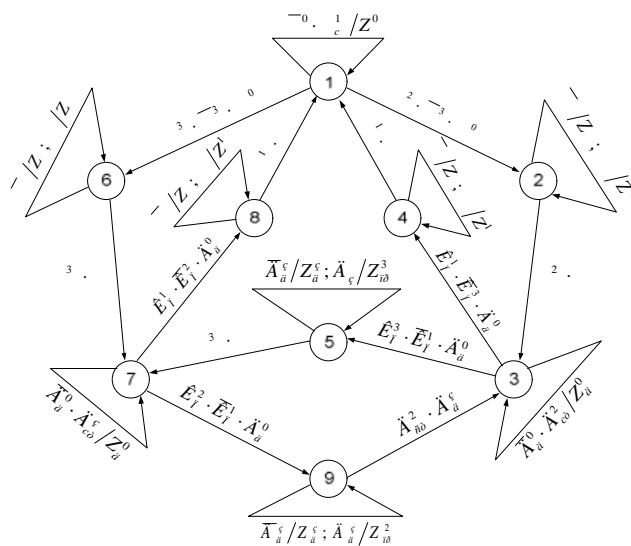


Рисунок 1 – Абстрактна математична модель роботи ліфта

Щоб отримати з абстрактної математичної моделі канонічні рівняння управління ліфтом, її необхідно перетворити на структурну математичну модель. Для забезпечення реалізації дев'яти станів абстрактного автомата необхідно в структурному автоматі згідно з формулою $n = \lceil \log_2 9 \rceil = 4$ мати чотири елементи пам'яті, які можуть задовольнити реалізацію шістнадцяти станів. Для кодування дев'яти станів абстрактного автомата використаємо кодові комбінації: 1 0000; 2 0011; 3 0101; 4 1100; 5 0100; 6 0110; 7 0111; 8 1001; 9 0001. Кодована цими комбінаціями структурна математична модель системи управління ліфтом приведена на рис. 2.

Для отримання з цієї математичної моделі канонічних рівнянь системи управління ліфтом, будемо відмічену таблицю переходів і виходів [3], яка представлена в табл. 1.

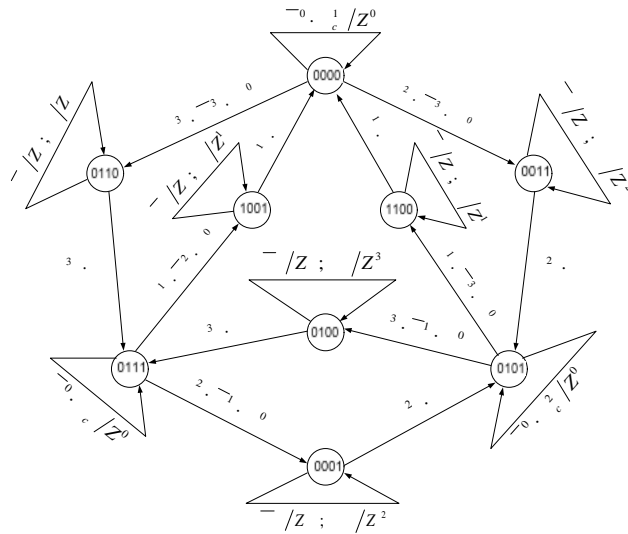


Рисунок 2 – Кодована цими комбінаціями структурна математична модель системи управління ліфтом

Таблиця 1

q_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0000	0011	0101	1100	0100	0110	0111	1001	0001
$K_n^2 \cdot \bar{K}_n^3 \cdot D_\partial^0$	0011	-	-	-	-	-	-	-	-
$K_n^1 \cdot \bar{K}_n^3 \cdot D_\partial^0$	-	-	1100	-	-	-	-	-	-
$K_n^3 \cdot \bar{K}_n^1 \cdot D_\partial^0$	-	-	0100	-	-	-	-	-	-
$K_n^3 \cdot \bar{K}_n^2 \cdot D_\partial^0$	0110	-	-	-	-	-	-	-	-
$K_n^2 \cdot \bar{K}_n^1 \cdot D_\partial^0$	-	-	-	-	-	-	0001	-	-
$K_n^1 \cdot \bar{K}_n^2 \cdot D_\partial^0$	-	-	-	-	-	-	1001	-	-
$\bar{D}_\partial^0 \cdot D_{cm}^1$	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
$\bar{D}_\partial^0 \cdot D_{cm}^2$	-	-	Z	-	-	-	-	-	-
$\bar{D}_\partial^0 \cdot D_{cm}^3$	-	-	-	-	-	-	Z	-	-
\bar{D}_∂^3	-	Z_∂^3	-	Z_∂^3	Z_∂^3	Z_∂^3	-	Z_∂^3	Z_∂^3
D_∂^3	-	Z_{np}^2	-	Z_{np}^1	Z_{np}^3	Z_{np}^3	-	Z_{np}^1	Z_{np}^2
$D_{cm}^2 \cdot D_\partial^3$	-	0101	-	-	-	-	-	-	0101
$D_{cm}^1 \cdot D_\partial^3$	-	-	-	0000	-	-	-	0000	-
$D_{cm}^3 \cdot D_\partial^3$	-	-	-	-	0111	0111	-	-	-
$\bar{D}_\partial^0 \cdot D_{cm}^2$	-	-	Z_∂^0	-	-	-	-	-	-
$\bar{D}_\partial^0 \cdot D_{cm}^3$	-	-	-	-	-	-	Z_∂^0	-	-
$\bar{D}_\partial^0 \cdot D_{cm}^1$	Z_∂^0	-	-	-	-	-	-	-	-

Канонічні рівняння роботи системи управління вантажним ліфтом триповерхової будівлі, отримані з цієї таблиці, мають наступний вигляд.

$$\begin{aligned} \phi_1^1 &= K_{II}^2 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \vee K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_2; \\ \phi_1^0 &= K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \vee K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^1 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \vee D_{cm}^1 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2; \\ \phi_2^1 &= K_{II}^2 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \vee K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_2 \vee D_{cm}^3 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \vee D_{cm}^3 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2; \\ \phi_2^0 &= K_{II}^2 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \vee K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_2 \vee D_{cm}^3 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \vee D_{cm}^3 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2; \\ \phi_3^1 &= K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_1 \vee D_{cm}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1 \vee D_{cm}^2 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1; \\ \phi_3^0 &= D_{cm}^1 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee K_{II}^2 \cdot \bar{K}_{II}^1 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1 \vee K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot y_1; \\ \phi_3^0 &= K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \vee K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot y_1; \\ \phi_4^0 &= D_{cm}^1 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee D_{cm}^1 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2; \\ z_d^0 &= \bar{D}_d^0 \cdot D_{cm}^1 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee \bar{D}_d^0 \cdot D_{cm}^2 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee D_d^0 \cdot D_{cm}^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot y_1; \\ z_d^3 &= \bar{D}_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1 \vee \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \right); \\ z_{np}^1 &= D_d^3 \left(y_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \right); \\ z_{np}^2 &= D_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1 \vee y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \right); \\ z_{np}^3 &= D_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 \right). \end{aligned}$$

де $\phi_1^1, \phi_2^1, \phi_3^1, \phi_4^1$ і $\phi_1^0, \phi_2^0, \phi_3^0, \phi_4^0$ – функції включення й виключення відповідно першого, другого, третього й четвертого елемента пам'яті структурного автомата;

y_1, y_2, y_3, y_4 і $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_3, \bar{y}_4$ – сигнали на виходах першого, другого, третього і четвертого елементів пам'яті, які відповідають логічним сигналам “1” і “0” відповідно;

Функція ϕ_1 відповідає елементу кода розміщеного праворуч, а ϕ_4 – ліворуч. Рівняння включення першого елемента пам'яті отримують наступним чином.

У відміченій таблиці переходів розглядають усі переходи кодових станів цієї функції з “0” до “1” під дією вхідних змінних. В кон'юнкцію вхідних змінних також записують і змінну другого елемента пам'яті, якщо вона не змінює свій знак при цьому переході. Якщо цей перехід для функції ϕ_1^1 відбувається не один раз, а, наприклад, два, то знайдені кон'юнкції змінних об'єднують знаком диз'юнкції.

Рівняння виключення першого елемента пам'яті ϕ_1^0 отримують аналогічно описаного з тією лише різницею, що при цьому розглядають лише переходи зі стану “1” до стану “0”. Рівняння для решти функцій отримують аналогічно до описаного вище.

Як бачимо з отриманих рівнянь, їх мінімізація не потрібна, тому переходимо до шостого кроку, де необхідно обрати відповідну ПЛІС. Виходячи з канонічних рівнянь роботи системи, для їх реалізації необхідно мати 20 входів, 13 виходів, 6 кон'юнкторів, 6 диз'юнкторів. Тобто, для реалізації отриманих канонічних рівнянь роботи системи необхідно використати дві ПЛІС (мікросхеми серії К556РТ1), кожна із яких має входи для 16 змінних, 8 виходів для реалізації восьми функцій, 48 кон'юнкторів і 8 диз'юнкторів [4]. Структурна схема даної ПЛІС наведена на рис. 3. Першу ПЛІС використовуємо для реалізації функцій $\phi_1^1, \phi_2^1, \phi_3^1, \phi_4^1$ і $\phi_1^0, \phi_2^0, \phi_3^0, \phi_4^0$, а другу - для реалізації функцій $z, \bar{z}, Z^1, Z^2, Z^3$. Для програмування отриманих функцій $\phi_1^1, \phi_1^0, \phi_2^1, \phi_2^0, \phi_3^1, \phi_3^0, \phi_4^1, \phi_4^0$ в першій ПЛІС присвоюємо номери їх кон'юнкторам:

$$\begin{aligned}
 K_1^1 &= K_{II}^2 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3; & K_2^1 &= K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_2; \\
 K_3^1 &= K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2; & K_4^1 &= K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^1 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2; \\
 K_5^1 &= D_{cm}^1 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2; & K_6^1 &= K_{II}^2 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3; \\
 K_7^1 &= K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_2; & K_8^1 &= D_{cm}^3 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3; \\
 K_9^1 &= D_{cm}^3 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2; & K_{10}^1 &= D_{cm}^2 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4; \\
 K_{11}^1 &= K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot y_1; & K_{12}^1 &= K_{II}^2 \cdot \bar{K}_{II}^1 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4; \\
 K_{13}^1 &= K_{II}^3 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_1; & K_{14}^1 &= D_{cm}^2 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1; \\
 K_{15}^1 &= D_{cm}^2 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1; & K_{16}^1 &= D_{cm}^1 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; \\
 K_{17}^1 &= K_{II}^2 \cdot \bar{K}_{II}^1 \cdot D_d^0 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1; & K_{18}^1 &= K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot y_1; \\
 K_{19}^1 &= K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^3 \cdot D_d^0 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2; & K_{20}^1 &= K_{II}^1 \cdot \bar{K}_{II}^2 \cdot D_d^0 \cdot y_1; \\
 K_{21}^1 &= D_{cm}^1 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; & K_{22}^1 &= D_{cm}^1 \cdot D_d^3 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2;
 \end{aligned}$$

і для другої ПЛІС:

$$\begin{aligned}
 K_1^2 &= \bar{D}_d^0 \cdot D_{cm}^1 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; & K_2^2 &= D_d^0 \cdot D_{cm}^2 \cdot \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1; \\
 K_3^2 &= D_d^0 \cdot D_{cm}^3 \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1; & K_4^2 &= \bar{D}_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1 \right); \\
 K_5^2 &= \bar{D}_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \right); & K_6^2 &= \bar{D}_d^3 \left(y_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \right); \\
 K_7^2 &= \bar{D}_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 \right); & K_8^2 &= \bar{D}_d^3 \left(y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \right); \\
 K_9^2 &= \bar{D}_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \right); & K_{10}^2 &= D_d^3 \left(y_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \right); \\
 K_{11}^2 &= D_d^3 \left(y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \right); & K_{12}^2 &= D_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1 \right); \\
 K_{13}^2 &= D_d^3 \left(y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \right); & K_{14}^2 &= D_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \right); \\
 K_{15}^2 &= D_d^3 \left(\bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 \right).
 \end{aligned}$$

Оскільки дані рівняння являють собою диз'юнктивну нормальну форму логічної функції, то їх оптимальна реалізація може бути виконана на програмованих логічних матрицях, базова структура яких включає матрицю кон'юнкторів (матриця "І") і матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО"). Принцип реалізації отриманих канонічних рівнянь розглянемо на програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС) серії К556РТ1. Структурна схема даної ПЛІС наведена на рис. 3.

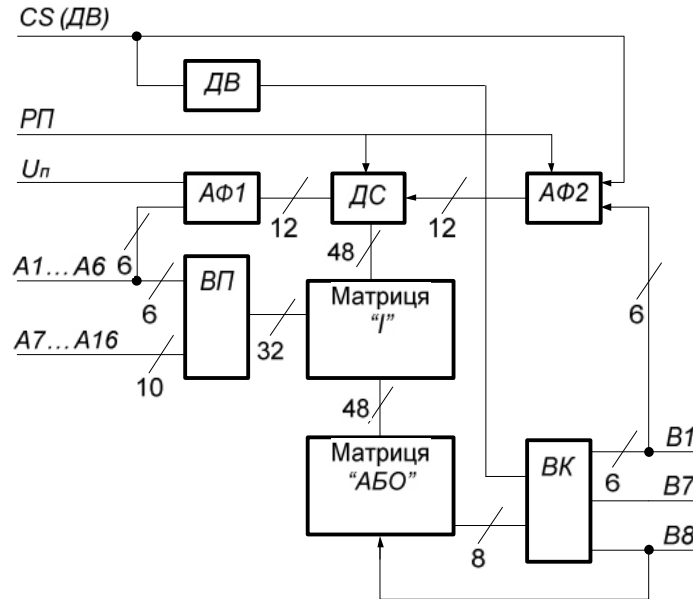


Рисунок 3 – Структурна схема ПЛІС

Дана ПЛІС включає матрицю кон'юнкторів (матрицю "І"), матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО"), блок вхідних підсилювачів (ВП), блок вихідних каскадів (ВК), схему дозволу вибірки кристалу (ДВ), програмований дешифратор, програмовані адресні формувачі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі формують прямі й інверсні значення вхідних змінних по всіх шістнадцяти входах (А1...А16).

Програмований дешифратор (ДС) і програмовані адресні формувачі (АФ1, АФ2) використовують тільки в режимах програмування й контролю ПЛІС. Для наочності й більш повного розуміння принципу побудови й реалізації отриманих канонічних рівнянь на ПЛІС розглянемо її базову функціональну схему, яка включає в себе лише основні вузли схеми: матриці "І", "АБО", вхідні й вихідні каскади, рис 4.

Вхідні підсилювачі (ВП1...ВП16) формують прямі й інверсні значення вхідних змінних, які поступають у матрицю "І". Для управління вхідними підсилювачами є шістнадцять входів (А1...А16). Вхідні підсилювачі побудовані на основі двох включених послідовно буферних логічних схем "І-НІ".

Основними вузлами мікросхеми К556РТ1 є матриці "І" і "АБО", які реалізують дворівневі логічні функції. Перший рівень ПЛІМ складається із 48 кон'юнкторів (матриця "І"), які з'єднані за допомогою плавких ніхромових перемичок із будь-яким із шістнадцяти спільних входів через буферні схеми. У матриці "І", реалізують кон'юнкції вхідних змінних, причому кожна вхідна змінна може входити в кон'юнкцію або прямим, або інверсним значенням, або не входити зовсім. Вхідні сигнали, які

з'являються на входних шинах матриці "Г", вводяться в матрицю "АБО", яка утворює другий логічний рівень і реалізує диз'юнкції заданих кон'юнкцій. Матриця "АБО" утворює вісім диз'юнкторів (по одному "АБО" на виході ПЛІС), кожний із яких може бути вибірково з'єднаний із будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів.

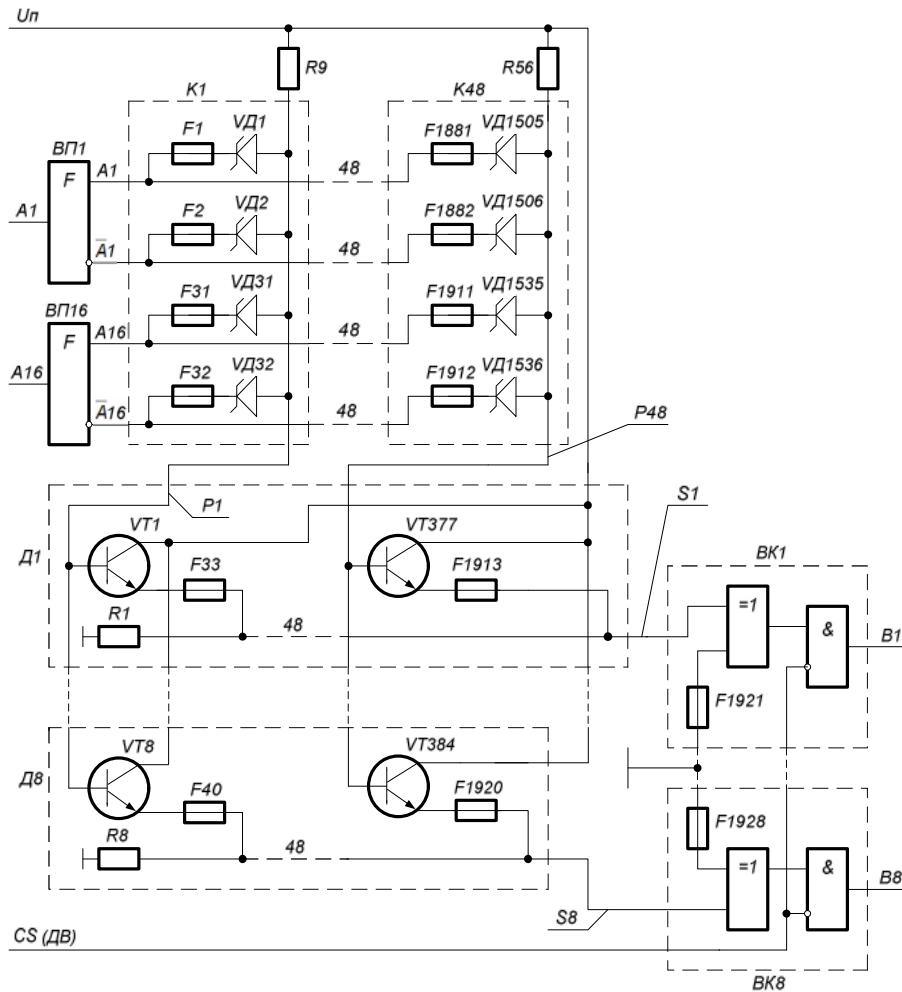


Рисунок 4

де ВП1...ВП16 – входні підсилювачі;
 К1...К48 – кон'юнктори матриці "Г";
 Д1... Д8 – диз'юнктори матриці "АБО";
 ВК1... ВК8 – вихідні каскади;
 Р1...Р48 – шини кон'юнкцій;
 S1...S8 – шини диз'юнкцій;
 F1...F1928 – плавкі ніхромові перемикачі;
 VD1...VD1536 – діоди Шотки;
 VT1...VT34 – транзистори;
 R1...R6 – резистори.

Шини, які з'єднують ці дві матриці, називають шинами кон'юнкцій і позначають $P1...P48$, а шини, які з'єднують матрицю "АБО" з вихідними каскадами, називають шинами диз'юнкцій і позначають $S1...S8$.

Програмованим елементом матриці "Г" є діод Шотки з плавкою ніхромовою перемичкою, а матриці "АБО" включені за схемою емітерного повторювача, $n-p-n$ транзистор з плавкою ніхромовою перемичкою в емітері.

Вихідні каскади ВК1...ВК8 включають логічні схеми "Виключаюче АБО" і підсилювачі зчитування. Наявність на вході каскаду логічної схеми "Виключаюче АБО" дозволяє інвертувати рівень вихідного сигналу залежно від сигналу на вході, тобто дозволяє програмувати або активний високий, або активний низький рівень вихідного сигналу. Заземлення (підключення до сигналу "0") одного двох входів логічної схеми "Виключаюче АБО" через плавку перемичку веде до того, що активним рівнем виходу стає вихідна напруга високого рівня, а виплавлення цієї перемички веде до того, що активним рівнем стає вихідна напруга низького рівня.

Підсилювачі зчитування побудовані на логічних схемах, що управляють сигналами, які поступають від матриці "АБО" і від схеми дозволу вибірки.

ПЛІС, як базова програмуєма логічна матриця, в режимі обробки інформації працює наступним чином. Вхідні змінні $A1...A16$ через блок вхідних підсилювачів у прямому й інверсному значенні поступають на матрицю "Г", де за допомогою діодів Шотки й плавких ніхромових перемичок утворюють потрібні кон'юнкції $P1...P48$, які логічно підсумовуються матрицею "АБО", утворюючи проміжні логічні функції $S1...S8$. Дані функції надходять у вихідні каскади для подальшого їх перетворення й видачі на виходи $B1...B8$ ПЛІМ.

Умовне графічне позначення мікросхеми К556РТ1 наведено на рис. 5.

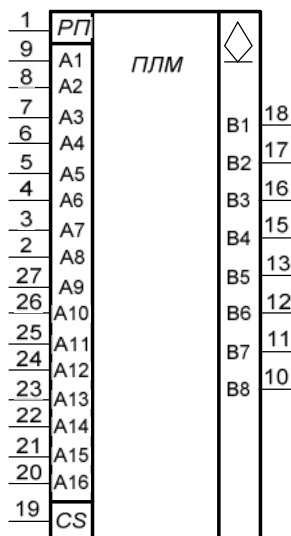


Рисунок 5 – Умовне графічне позначення мікросхеми К556РТ1, де входи й виходи мікросхеми визначають:

- 1 – вхід програмування РП;
- 2...9 – входи підключення вхідних змінних $A1...A8$;
- 10...13 – виходи отриманих функцій $B8...B5$;
- 14 – спільний вихід (вихід подачі "0" В);
- 15...18 – виходи отриманих функцій $B4...B1$;
- 19 – вхід дозволу роботи (вибору) мікросхеми;
- 20...27 – входи підключення вхідних змінних $A16...A9$;
- 28 – вхід подачі джерела живлення (+5В)

Програма реалізації канонічних рівнянь роботи системи управління вантажним ліфтом триповерхової будівлі при реалізації на ПЛІС серії К556РТ1, наведена в табл. 2.

Схема управління вантажним ліфтом реалізована на програмованих логічних матрицях, наведена на рис. 6.

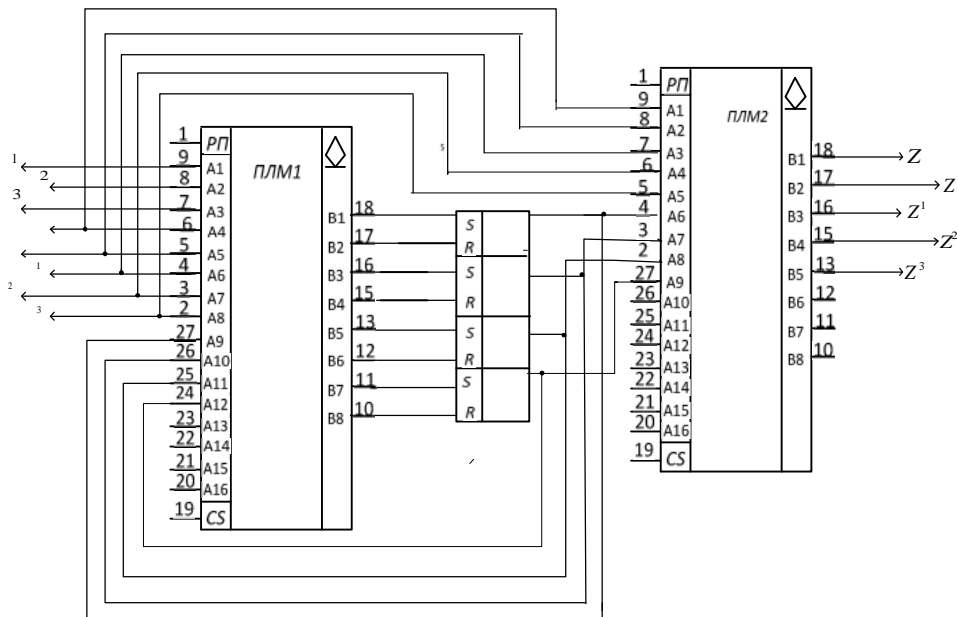


Рисунок 6 –Схема управління вантажним ліфтом реалізована на програмованих логічних матрицях

Таблиця 2

k_i^1	Кон'юнктори												Рівень активності							
	Вхідні змінні												1	1	1	1	1	1	1	1
	K_n^1	K_n^2	K_n^3	D_δ^0	D_δ^1	D_{cm}^1	D_{cm}^2	D_{cm}^3	y_1	y_2	y_3	y_4	Вихідні функції							
	Номер програмуємого входу												ϕ_1^1	ϕ_1^0	ϕ_2^1	ϕ_2^0	ϕ_3^1	ϕ_3^0	ϕ_4^1	ϕ_4^0
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A	A10	A11	A12	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
k_1^1	1	*	0	1	*	*	*	*	*	*	0	0	A	*	*	*	*	*	*	*
k_2^1	*	0	1	1	*	*	*	*	*	1	*	0	A	*	*	*	*	*	*	*
k_3^1	1	*	0	1	*	*	*	*	*	0	1	0	*	A	*	*	*	*	*	*
k_4^1	0	*	1	1	*	*	*	*	*	0	1	0	*	A	*	*	*	*	*	*
k_5^1	*	*	*	*	1	1	*	*	*	0	0	*	*	A	*	*	*	*	*	*
k_6^1	*	1	0	1	*	*	*	*	*	*	0	0	*	*	A	*	*	*	*	*
k_7^1	*	0	1	1	*	*	*	*	*	1	*	0	*	*	A	*	*	*	*	*
k_8^1	*	*	1	*	1	*	*	*	*	*	1	0	*	*	A	*	*	*	*	*
k_9^1	*	*	*	*	1	*	1	*	*	1	1	0	*	*	A	*	*	*	*	*

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
k_{10}^1	*	*	*	*	1	*	1	*	*	*	*	0	*	*	*	A	*	*	*	*
k_{11}^1	0	1	1	*	*	*	*	*	*	*	*	0	*	*	*	A	*	*	*	*
k_{12}^1	1	0	*	1	*	1	*	*	1	*	*	*	*	*	*	A	*	*	*	*
k_{13}^1	*	0	1	1	*	*	1	*	0	*	*	0	*	*	*	*	A	*	*	*
k_{14}^1	*	*	*	1	*	1	*	1	1	*	*	0	*	*	*	*	A	*	*	*
k_{15}^1	*	*	*	*	1	1	*	*	1	0	*	0	*	*	*	*	A	*	*	*
k_{16}^1	*	*	*	*	1	1	*	*	0	0	*	*	*	*	*	*	*	A	*	*
k_{17}^1	0	1	1	*	*	*	*	*	1	*	*	0	*	*	*	*	*	A	*	*
k_{18}^1	1	0	*	1	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	A	*	*
k_{19}^1	1	*	0	1	*	*	*	*	*	0	1	*	*	*	*	*	*	*	A	*
k_{20}^1	1	0	*	1	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A	*
k_{21}^1	*	*	*	*	1	1	*	*	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A
k_{22}^1	*	*	*	*	1	1	*	*	*	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*	A

ВИСНОВКИ

Таким чином, приведений алгоритмічний метод проектування систем управління з застосуванням ПЛІС, оснований на використанні автоматів Мура, комп'ютерної логіки та програмуємих інтегральних схем, дає можливість автоматично і оптимально отримати канонічні рівняння роботи при проектуванні систем управління з використанням програмуємих логічних матриць.

ON ONE ALGORITHMIC METHOD FOR THE DESIGN OF CONTROL SYSTEMS USING PLD

M. Matvienko, O.G. Shinkarenko,
 Konotop Institute of Sumy State University,
 26, Mira Str., 41600 Konotop, Ukraine
 E-mail: ruslan_ludmilka@mail.ru

The article deals with the method of designing of control systems with applying of programmable logic device (PLD) based on using the theory of automation and mathematical logic.

Key words: *algorithms, methods, control system, mathematical model, canonical equation, programmable logic integrated circuits (PLD), programming.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Захаров В. Н. Системы управления / В. Н. Захаров, Д. А. Поспелов, В. Е. Хазацкий. - Москва: Энергия, 1987. - 424 с.
2. Матвієнко М. П. Комп'ютерна логіка / М. П. Матвієнко. - К. : Ліра-К, 2012. - 286 с.
3. Баранов С. И. Синтез микропрограммных автоматов / С. И. Баранов. - Ленинград : Энергия, 1999. - 232 с.
4. Матвієнко М. П. Комп'ютерна схемотехніка / М. П. Матвієнко, В. П. Розен. - Київ : Ліра-К, 2013. - 189 с.
5. Отраслевой стандарт. ОСТ 11.340.915-92. Микросхемы интегральные серии 556(556РТ1, 556РТ2), Р556(Р556РТ1, Р556РТ2). Руководство по применению ОКП. 623 000. - 51 с.

Надійшла до редакції 11 квітня 2013 р.